



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 17 106 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
A 61 M 16/00

②① Aktenzeichen: 197 17 106.0
②② Anmeldetag: 23. 4. 97
④③ Offenlegungstag: 29. 10. 98

DE 197 17 106 A 1

⑦① Anmelder:
MAP Medizintechnik für Arzt und Patient GmbH,
82152 Planegg, DE

⑦④ Vertreter:
Vossius & Partner GbR, 81675 München

⑦② Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 43 38 813 C1
DE 33 06 607 C2
DE 91 04 634 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung und Verfahren zur automatisierten Beatmung in der CPAP-Therapie

⑤⑦ Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur automatisierten Beatmung in der CPAP-Therapie zur Verfügung gestellt. Während der Beatmung wird der individuelle kritische Luftdruck eines Patienten bestimmt und das Beatmungsgerät so eingestellt, daß der positive Luftdruck ständig oberhalb des kritischen Luftdrucks liegt. Die Vorteile der Erfindung liegen in einer erhöhten Zuverlässigkeit und Wirksamkeit des erfindungsgemäßen Beatmungsgeräts und Verfahrens sowie in einer erhöhten Sicherheit für den Patienten.

DE 197 17 106 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur automatisierten Beatmung beispielsweise in der CPAP (continuous positive airway pressure)-Therapie. In der CPAP-Therapie wird fortwährend ein positiver Luftdruck auf die Atrnungswege ausgeübt, wobei eine pneumatische Schienung der oberen Atemwege erreicht wird und obstruktive Schlaf-Apnoe (Atemstillstand während des Schlafens) vermieden werden soll. Das Druckniveau wird dabei individuell auf den Patienten abgestimmt.

Es ist bekannt, daß ein kritischer Druck für einen Kollaps der oberen Atemwege existiert. Aus z. B. CHEST. Vol. 110, Seiten 1077-1088, Oktober 1996, ist es weiterhin bekannt, mittels CPAP-Therapie, die Schlaf-Apnoe zu verhindern, wobei ständig ein positiver Luftdruck oberhalb des kritischen Drucks dem Patienten im Schlaf zugeführt wird. Dabei wird davon ausgegangen, daß der kritische Druck für jeden Patienten vor der Therapie bestimmt wird. Auch ist vorgesehen, den kritischen Druck nach der Behandlung zu messen, um den Erfolg der Therapie zu beurteilen. Aus dem genannten Stand der Technik ist es ferner bekannt, den kritischen Luftdruck als Schnittpunkt einer Geraden durch Meßwerte des maximalen Atemgasflusses bei unterschiedlichem positiven Luftdruck, die in einem Diagramm über dem positiven Luftdruck aufgetragen sind, mit der Achse dieses Druckes zu bestimmen.

Im Stand der Technik besteht jedoch der Nachteil, daß individuelle Änderungen des kritischen Punktes eines Patienten, z. B. verursacht durch auftretendes Schnarchen, Körperpositionswechsel, Schlafphasenwechsel, Alkoholgenuß oder gesundheitliche Störungen während der Therapie nicht berücksichtigt werden können.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur automatisierten Beatmung, beispielsweise in der CPAP-Therapie, zur Verfügung zu stellen, wobei die Änderungen des kritischen Drucks während der Behandlung eines Patienten berücksichtigt werden.

Bei der Lösung geht die Erfindung von folgenden Grundgedanken aus.

Während der Beatmung eines Patienten mit positivem Luftdruck wird in bestimmten zeitlichen Abständen der kritische Druck für einen Kollaps der oberen Atemwege bestimmt und das Beatmungsgerät so gesteuert, daß es in einem Druckbereich oberhalb des kritischen Drucks arbeitet und somit eine Apnoe zuverlässig verhindert. Unter Berücksichtigung der aus dem Stand der Technik bekannten linearen Abhängigkeit des Atemgasflusses von dem angewandten positiven Luftdruck wird dieser in bestimmten Intervallen abgesenkt und Atemgasflußwerte bestimmt, durch die dann die Gerade zur Bestimmung des kritischen Luftdrucks gezogen wird. Alternativ kann auch das Integral des Atemgasflusses während der Zeit der Druckänderung über dem positiven Luftdruck aufgetragen werden und die Gerade durch diese Werte gezogen werden. Der durch die Messung gewonnene kritische Luftdruck, der sich während der Therapie ändern kann, wird zur Steuerung des positiven Luftdrucks des Beatmungsgeräts herangezogen.

Der Vorteil der Erfindung liegt in einer erhöhten Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der Beatmung bzw. der CPAP-Therapie und in einer größeren Sicherheit für den Patienten, da insbesondere ein geringerer Beatmungsdruck während der Beatmung ausreicht.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm, das die Änderung des Atemgasflusses in Abhängigkeit der Absenkung des positiven Luft-

drucks zeigt;

Fig. 2 ein Diagramm zur Bestimmung des kritischen Luftdrucks aus den Maximalwerten der Atemgasflußkurve bzw. den Integralen der Atemgasflußkurve bei unterschiedlichem positivem Luftdruck und

Fig. 3 das erfindungsgemäße Beatmungsgerät in der Anwendung bei einem Patienten.

Fig. 1 zeigt den Einfluß unterschiedlichen positiven Luftdrucks auf den Atemgasfluß \dot{V} zum und vom Patienten. In Fig. 1 ist bei einem positiven Luftdruck von 15 millibar (1A) ein normaler ungestörter Atemgasfluß 1a zu erkennen. Bei einer Absenkung des Luftdrucks auf 12 millibar (1B) während der Zeit von t_1 bis t_2 (z. B. während etwa 3 Atemzügen) ergibt sich in diesem Zeitintervall eine reduzierte Amplitude des Atemgasflusses 1b. Die weitere Absenkung des Druckes auf 10 millibar (1C) reduziert die Atemamplitude weiterhin zu dem Atemgasfluß in 1c. Nach einem Absenken des positiven Luftdrucks auf 8 millibar (1D) ist der kritische Luftdruck erreicht. Das zeigt sich bei der Kurve 1d durch den Stillstand des Atemgasflusses in der Zeit von t_1 bis t_2 , wobei \dot{V} Null wird. In den Kurven 1a bis 1c ist \dot{V}_{\max} (Pfeile) von Null verschieden. In Fig. 1 sind die Druckabsenkungsintervalle $t_1 \dots t_2$ in der Folge 1A ... 1D übereinander dargestellt. Tatsächlich erfolgt diese Absenkung nacheinander in z. B. einer Periode, die 20 Atemzüge insgesamt für einen Absenkungszyklus mit 4 verschiedenen Druckwerten umfaßt. Dieser Zyklus wird beispielsweise nach jeweils 5 bis 10 min wiederholt.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm, aus dem der kritische Druck P_{krit} bestimmt werden kann. Durch Meßwerte von Atemgasflußkurven bei einem Programm zur Bestimmung des kritischen Drucks P_{krit} entsprechend Fig. 1 wird eine Gerade gelegt, die den geringsten Abstand zu den Meßwerten aufweist und die natürliche Streuung der Meßwerte ausgleicht. Die Meßpunkte werden während der Therapie aus Atemgasflußkurven bestimmt, bei denen \dot{V}_{\max} von Null verschieden ist. Durch Extrapolation der Geraden kann somit der kritische Druck ohne Gefährdung des Patienten bestimmt werden.

Alternativ können auch die Integrale des Atemgasflusses während der Zeit von t_1 bis t_2 bestimmt und als Meßpunkte in das Diagramm eingetragen werden. Eine durch sie gezogene Gerade führt gleichfalls im Schnittpunkt mit der Abszisse zum kritischen Druck P_{krit} .

Gemäß Fig. 3 wird das im Beatmungsgerät 1 mit der Beatmungsmaske 2 erzeugte Atemgasflußsignal \dot{V} an einen Rechner 3 übergeben, der den kritischen Druck P_{krit} berechnet und den Sollwert des positiven Luftdrucks (1A) des Beatmungsgeräts so steuert, daß er entweder beibehalten wird oder entsprechend geändert wird. Die Messung des Atemgasflusses mit Druckabsenkung erfolgt in individuell auf den Patienten abgestimmten zeitlichen Intervallen.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zum automatischen Bestimmen des kritischen Luftdrucks und zum Steuern des Beatmungsgeräts kann sowohl in das Beatmungsgerät integriert sein als auch extern angeordnet sein.

Patentansprüche

1. Automatisiertes Beatmungsgerät (1), insbesondere für die CPAP-Therapie, mit einer Einrichtung (3) zum automatischen Bestimmen des kritischen Luftdruckes (P_{krit}) für einen Kollaps der oberen Atemwege während der Beatmung und zum Steuern des Beatmungsgeräts in einem Druckbereich oberhalb des kritischen Luftdruckes (P_{krit}).

2. Beatmungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (3) zum automatischen Bestimmen des kritischen Luftdruckes (P_{krit}) und

zum Steuern des Beatmungsgeräts in dem Beatmungs-
gerät (1) integriert ist.

3. Verfahren zum automatischen Beatmen in der
CPAP-Therapie mit den Schritten:

(a) Bestimmen des kritischen Luftdrucks (P_{krit}) 5
für einen Kollaps der oberen Atemwege während
der Beatmung, und

(b) Steuern des positiven Luftdrucks (P) während
der Beatmung, so daß er in einem Bereich ober-
halb des kritischen Luftdrucks (P_{krit}) liegt. 10

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeich-
net, daß der kritische Luftdruck (P_{krit}) in folgenden
Schritten bestimmt wird:

(a) Messen des Atemgasflusses (\dot{V}) bei einem po-
sitiven Luftdruck (P), der eine vollkommene Öff- 15
nung der Atemwege gewährleistet,

(b) schrittweises Absenken des positiven Luft-
drucks (P) und jeweiliges Messen des Atemgas-
flusses (\dot{V}),

(c) Bestimmen des jeweiligen Maximalwertes 20
(\dot{V}_{max}) des Atemgasflusses (\dot{V}),

(d) Berechnen einer Geraden, die den geringsten
Abstand zu den Maximalwerten (\dot{V}_{max}) aufweist,
als Funktion des positiven Luftdruckes (P), und

(e) Bestimmen des kritischen Luftdrucks (P_{krit}) 25
aus der Geraden bei dem Wert $\dot{V}_{\text{max}}=0$.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeich-
net, daß der kritische Luftdruck (P_{krit}) in folgenden
Schritten bestimmt wird:

(a) Messen des Atemgasflusses (\dot{V}) bei einem po- 30
sitiven Luftdruck (P), der eine vollkommene Öff-
nung der Atemwege gewährleistet,

(b) schrittweises Absenken des positiven Luft-
drucks (P) und jeweiliges Messen des Atemgas-
flusses (\dot{V}), 35

(c) Integrieren des jeweiligen Atemgasflusses (\dot{V})
über die Zeit (t_2-t_1) der Absenkung des positiven
Luftdrucks (P),

(d) Berechnen einer Geraden, die den geringsten
Abstand zu den Werten der Integrale aufweist, als 40
Funktion des positiven Luftdrucks (P); und

(e) Bestimmen des kritischen Luftdrucks (P_{krit})
aus der Geraden bei dem Integralwert Null.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Absenkung des positiven Luftdruckes 45
(1B, 1C) in zeitlichen Intervallen nach jeweiliger
Rückkehr zu dem eingestellten Sollwert des positiven
Luftdrucks (1A) erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, da-
durch gekennzeichnet, daß die Messung des Atemgas- 50
flusses (\dot{V}) zur Ermittlung des kritischen Druckes (P_{krit})
in zeitlichen Intervallen erfolgt, die individuell auf den
Patienten abgestimmt sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

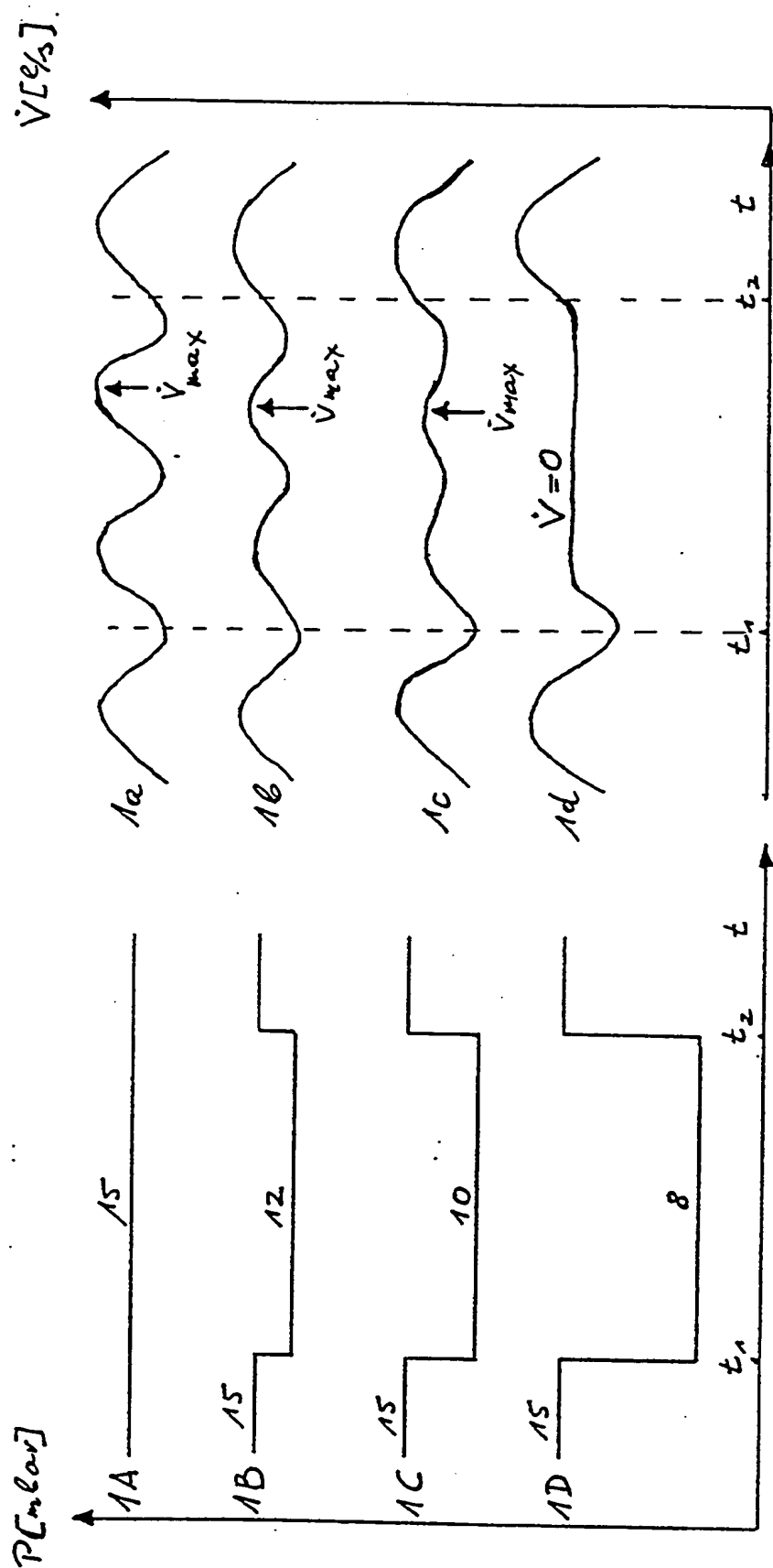


Fig. 1

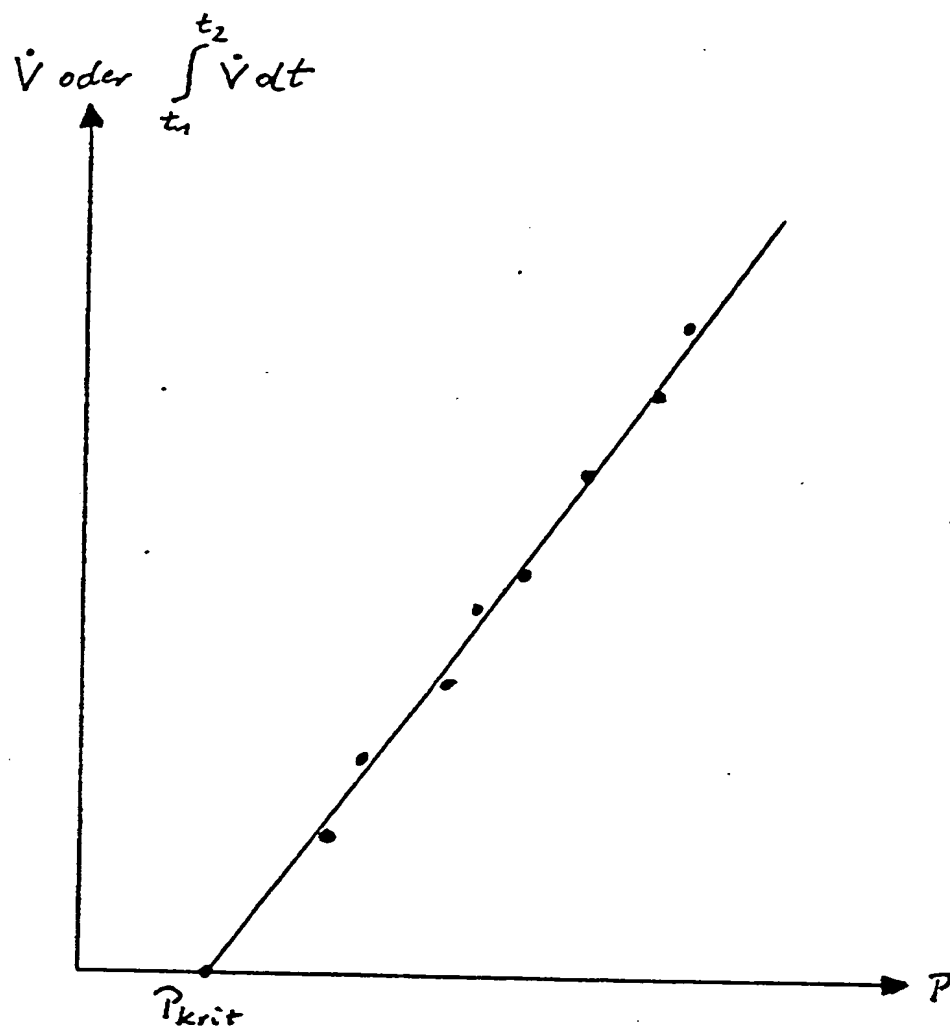


Fig. 2

Fig. 3

